



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**
(10) **DE 43 26 762 A 1**

(51) Int. Cl. 6:
G 02 B 5/08

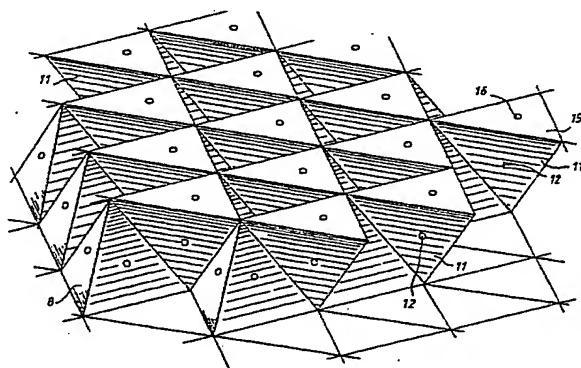
(21) Aktenzeichen: P 43 26 762.9
(22) Anmeldetag: 10. 8. 93
(43) Offenlegungstag: 16. 2. 95

(71) Anmelder:
Fa. Carl Zeiss, 89520 Heidenheim, DE

(72) Erfinder:
Meier, Hans-J., 73431 Aalen, DE

(54) Leichtgewichtsspiegelrohling sowie Verfahren zu seiner Herstellung

(57) Die Erfindung betrifft einen Leichtgewichtsspiegelrohling mit einem auf der Rückseite seiner geschlossenen Spiegelvorderplatte fest verbundenen Stützgitter. Bei diesem Spiegelrohling befindet sich auf der Vorderseite der Spiegelvorderplatte bei der späteren Nutzung eine spiegelnde Fläche. Erfindungsgemäß ist dieses Stützgitter aus Tetraedern aufgebaut, welche regelmäßig angeordnet sind und sich nur an ihren Ecken berühren. Dabei stimmt das Material der Spiegelvorderplatte mit dem Material der Tetraeder überein, damit bei Temperaturänderungen nicht unnötigerweise Spannungen erzeugt werden.



DE 43 26 762 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 94 408 067/82

13/28

DE 43 26 762 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Leichtgewichtsspiegelrohling nach dem Oberbegriff des ersten Patentanspruchs sowie Verfahren zu seiner Herstellung.

Derartige Leichtgewichtsspiegel sind aus dem Stand der Technik bereits bekannt.

Aus der US-PS 4 917 934 ist ein Rohling für einen Teleskopspiegel bekannt, bei welchem sich zwischen einer Front- und einer Rückseitenplatte ein Unterstützungsnetzwerk befindet. Dieses Unterstützungsnetzwerk besteht aus Strukturen, welche aus thermisch kristallisiertem Glas bestehen. Das miteinander verschmolzene Unterstützungsnetzwerk wird dann mit der Frontplatte verschmolzen.

Aus der US-PS 3 484 328 und der US-PS 3 514 275 ist jeweils ein Rohling für einen Teleskopspiegel bekannt, welcher aus Glaskeramik besteht. Auf der Rückseite des Spiegels befinden sich in der Rückseitenplatte jeweils eine Öffnung zu den inneren Aushöhlungen im Spiegel. Bei der US-PS 3 514 275 ist der Rohling aus vielen einzelnen, wabenförmigen Körpern aufgebaut, während der Rohling gemäß der US-PS 3 484 328 aus einem Guß hergestellt ist.

Aus der DE-PS 31 16 357 (entspricht US-PS 4 447 130) ist ein Leichtgewichtsspiegelrohling für astronomische Zwecke bekannt, bei welchem auf der Rückseite einer Spiegelplatte aus Quarzglas oder hochsilikatischem Glas Rohrreihen aus Quarzglas, Quarzgut oder hochsilikatischem Glas angeordnet sind. Dieses Stützgerüst wird auf der Rückseite von einer Rückenplatte abgeschlossen.

Aus der DE-PS 29 29 714 (entspricht US-PS 4 331 383) ist ein Herstellverfahren für Leichtgewichtsspiegel bekannt, bei welchem die Spiegelplatte aus Quarzglas besteht. Auf der Rückseite dieser Spiegelplatte befindet sich ein zell- oder wabenförmiges Traggerüst aus Quarzglas oder Quarzgut, welche mit der Spiegelplatte verschweißt oder verschmolzen sind.

Aus der DE-PS 30 18 785 (entspricht US-PS 4 466 700) ist ein Leichtgewichtsspiegel bekannt, bei welchem die Front- und Rückenplatte aus Quarzglas oder hochsilikatischem Glas besteht und zwischen diesen ein Stützgerüst aus platten- und/oder rohrförmigen Teilen angeordnet ist, wobei die Dichte des Werkstoffes des Stützgerüsts eine Dichte aufweist, welche kleiner ist als die der Front- bzw. Rückenplatte.

Aus der DE-PS 35 10 414 (entspricht US-PS 4 898 604) ist ein Herstellungsverfahren für einen Leichtgewichtsspiegelrohling bekannt, welcher zwischen Spiegelplatte und Rückenplatte ein Stützgerüst aufweist. Das Stützgerüst besteht aus Quarz und wird unter Benutzung von Graphitformkörpern erzeugt, welche nach der Erzeugung des Stützgerüsts entfernt werden. Die Formkörper sind dabei Würfel oder Dreiecksäulen und können nach der Erzeugung ganz einfach aus dem Stützgerüst herausgezogen werden.

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, einen Leichtgewichtsspiegelrohling herzustellen, welcher bei möglichst günstiger Herstellungsweise eine leichte Ausführung eines Stützgitters ermöglicht, sowie Verfahren zu dessen Herstellung.

Diese Aufgabe wird erfahrungsgemäß durch den kennzeichnende Teil des ersten Patentanspruchs sowie durch ein Verfahren nach Anspruch 12 gelöst.

Das Verfahren erlaubt es, diesen Leichtgewichtsspiegelrohling kostengünstig herzustellen und auf die Rückseite der Leichtgewichtsspiegelvorderfläche eine Stütz-

struktur auf zu bringen, welche mit Ausnahme der Bohrungen, eine geschlossene Oberfläche aufweist.

Damit man die Formkörper leicht aus der Beschichtung entfernen kann, ist es vorteilhaft, wenn das Formkörpermateriale eine niedrigere Herauslöseterminperatur aufweist als das Material der Beschichtung.

Vorteilhafterweise sind die Formkörper Tetraeder, welche für ein Unterstützungssystem einen guten Halteangriff liefern. Der Angriffspunkt der Haltestruktur kann dabei an den Bohrungen durch die Beschichtung erfolgen.

Damit das Formkörpermateriale gut unter der Beschichtung entfernt werden kann, ist es vorteilhaft, wenn die Bohrungen durch alle freien erzeugten Flächen des ersten, mit einer Beschichtung versehenen Formkörpers erfolgen.

Eine besonders gute Verbindung und auch Spannungsfreiheit bei Temperaturschwankungen erhält man, wenn das Material der Spiegelvorderplatte mit dem der Beschichtung übereinstimmt.

Als Material für die Spiegelvorderplatte, die Rippen und die Spiegelrückplatte eignet sich insbesondere Siliziumkarbid, welches bei relativ geringem Gewicht eine sehr große E-Modul, große Festigkeit und Härte besitzt, sehr temperaturleitfähig ist und einen niedrigen Ausdehnungskoeffizienten aufweist.

Als Material für Formkörper eignet sich insbesondere Graphit, da es etwa den gleichen Ausdehnungskoeffizienten wie Siliziumkarbid besitzt und bei den notwendigen hohen Temperaturen formstabil bleibt. Graphit kann nach dem Beschichten leicht mit Sauerstoff ausgebrannt werden.

Damit die Spiegelvorderplatte eine möglichst einheitliche Dicke aufweist, ist es vorteilhaft, wenn die Flächen auf welchen die ersten Formkörper auf der Spiegelvorderplatte aufliegen, um die Dicke der späteren Beschichtung erhöht werden.

Zur kostengünstige Herstellung wird die Spiegelvorderplatte direkt auf einer Formunterlage aus Graphit durch Beschichten hergestellt. Dies erspart insbesondere die teure Bearbeitung des harten Materials zur häufig gebrauchten Asphäre, sofern die gewünschte Form bereits als Negativ auf dem Graphitkörper ausgebildet ist.

Die Erfindung wird nachstehend in beispielhafterweise anhand der Figuren näher erläutert, wobei weitere vorteilhafte Merkmale sowie dem bessern Verständnis dienende Erläuterungen und Ausgestaltungsmöglichkeiten des Erfindungsgedankens beschrieben sind.

Dabei zeigen

Fig. 1. eine Spiegelvorderplatte eines Leichtgewichtsspiegels auf einem Formunterlagenkörper;

Fig. 2a-f den Herstellungsprozeß eines erfundungsgemäßen Leichtgewichtsspiegels;

Fig. 3 die verwendeten Formkörper und die Formplatte;

Fig. 4a die Entstehung der ersten tetraedrischen Körper der Verrippungsschicht auf der Rückseite der Spiegelvorderplatte des Leichtgewichtsspiegels in seitlicher Ansicht; und

Fig. 4b die tetraedrischen Körper der Verrippungsschicht auf der Rückseite der Spiegelvorderplatte des Leichtgewichtsspiegels aus Fig. 4a in Aufsicht; und

Fig. 4c die Einsetzung der oktaedrischen Formkörper in die Verrippungsschicht auf der Rückseite der Spiegelvorderplatte des Leichtgewichtsspiegels in seitlicher Ansicht; und

Fig. 4d die oktaedrischen Formkörper in der Verrippungsschicht auf der Rückseite der Spiegelvorderplatte

des Leichtgewichtsspiegels in Aufsicht;

Fig. 5 eine seitliche 3-D-Darstellung eines Leichtgewichtsspiegels nach dem vorletzten Schritt; und

Fig. 6 eine Aufsicht auf die Rückseite des fertigen Spiegels.

In der Fig. 1 ist der Beginn der Herstellung des Leichtgewichtsspiegelrohlings dargestellt, wobei die weiteren Herstellungsschritte unter Bezugnahme auf die Fig. 2 und 4a-d erfolgt.

Im ersten Herstellungsschritt zur Erzeugung des verfassungsgemäße Leichtgewichtsspiegelrohlings wird eine Spiegelvorderplatte (1) auf einen Formunterlagenkörper (2) aufgebracht. Diese Aufbringung kann durch Auflegung einer vorgefertigten Spiegelvorderplatte (1) erfolgen, wenn die Spiegelvorderplatte (1) in sich elastisch ist. Sinnvollerweise bestehen aber Spiegelvorderplatten (1) aus einem harten Material, so daß es wegen der Spannungsfreiheit vorteilhaft ist, die Spiegelvorderplatte (1) auf dem Formunterlagenkörper (2) zu erzeugen.

Der abgebildete Formunterlagenkörper (2) besteht aus Graphit. Auf diesem Formunterlagenkörper (2) wird die Spiegelvorderplatte (1) im CVD-Verfahren (Chemical-Vapor-Deposition-Verfahren) hergestellt, wobei als Material für die Spiegelvorderplatte (1) Siliziumkarbid (SiC) verwendet wird. Die Herstellung erfolgt bei Temperaturen oberhalb 1000°C unter Luftabschluß, damit der Graphit des Formunterlagenkörpers (2) nicht verbrennt.

Die nun folgenden Herstellungsschritte werden anhand der Fig. 2a-f erläutert, wobei aus zeichnerischen Vereinfachungsgründen die Spiegelvorderplatte (1) plan gezeichnet ist.

Die Spiegelvorderplatte (1) liegt mit seiner Vorderseite (1b) auf dem Formunterlagenkörper (2) auf. Diese Vorderseite (1b) wird nach Fertigstellung des Leichtgewichtsspiegels verspiegelt.

Auf die Rückseite (1a) der Spiegelvorderplatte (1), welcher zu diesem Herstellungszeitpunkt noch nicht vollständig erzeugt ist und nur eine vorherbestimmte Teildicke aufweist, werden dreieckige Formplatten (3) aufgelegt. Diese Formplatten (3) bestehen aus Graphit und sind in der Fig. 3c abgebildet. Sie haben die Form von einer Dreickssäule, wobei die Dreiecksflächen gleichschenkelige Dreiecke sind. Die Abmessungen der Dreiecksflächen stimmen mit denen der später verwendeten Tetraeder- und Oktaeder-Formkörpern (siehe Fig. 3a und Fig. 3b) überein. Ihre Höhe ist so bemessen, daß sie mit der Dicke der zweiten späteren Beschichtung (6) möglichst gut übereinstimmt. Die Formplatten (3) werden so angeordnet, daß sie sich jeweils an ihren Spitzen berühren (siehe für das Auflagenschema Fig. 4b). Durch diese Formplatten (3) in Verbindung mit entsprechend gestalteten tetraedrischen und oktaedrischen Formkörpern lassen sich unterschiedliche Wandstärken des Verrippungssystems erzeugen.

Nach dem Auflegen der Formplatten (3) erfolgt eine Beschichtung (4) nach dem CVD-Verfahren. Diese Beschichtung (4) besteht aus demselben Material wie die Spiegelvorderplatte (1). Danach wird die dann entstandene Rückseitenoberfläche (1a) auf die gewünschte Dicke der Spiegelvorderplatte (1) oberflächennah abgeschliffen und die Formplatten (3) entfernt. Diese Entfernung kann mechanisch erfolgen oder durch eine Verbrennung mit Sauerstoff.

Nachdem nun die Formplatten (3) entfernt sind, werden erste tetraedrische Formkörper (5) (siehe Fig. 3a) aus Graphit auf die durch die Beschichtung (4) neu ent-

standenen Flächen (4a) der Beschichtung (4) (wie in Fig. 2d ersichtlich) aufgelegt. Dann erfolgt eine zweite Beschichtung (6) aus Siliziumkarbid. Das Ergebnis ist in Fig. 4a und 4b dargestellt.

Durch dieser Beschichtung (6) werden seitliche Bohrungen (7) durch die Mitte der schräg stehenden, neu erzeugten Oberflächen (16) aus SiC bis auf den Formkörper (5) geführt. Dann wird der Formkörper (5) aus Graphit unter Zugabe von Sauerstoff bei Temperaturen oberhalb von 1000°C verbrannt, so daß sich ein tetraedrischer Hohlraum (8) unter der Beschichtung (6) ausbildet.

Auf die freien Dreiecksflächen (9) auf der Rückseite (1a) der Spiegelvorderplatte (1) zwischen den tetraedrischen Hohlräumen (8) werden nun zweite oktaedrische Formkörper (10) (siehe Fig. 3b) aus Graphit mit jeweils einer ihrer Dreiecksflächen (10a) gelegt (siehe Fig. 4c und 4d), so daß auf ihrer Oberseite ein Negativbild der 1. Schicht als Lücken übrigbleibt. Diese oktaedrischen Formkörper (10) bedecken die Flächen (16) der tetraedrischen Hohlräume (8) und die freiliegenden Dreiecksflächen (9), so daß bei der nun folgenden Beschichtung (11) die Rippendicke dieser tetraedrischen Hohlräume (8) konstant bleibt. Oktaeder und Tetraeder, deren Flächen unter einem Winkel von 150° zur Beschichtungsrichtung angeordnet sind, haben den Vorteil, daß sie sich viel gleichmäßiger beschichten lassen, als unter 180° liegende, senkrechte Wände.

Das Ergebnis ist in Fig. 5 dargestellt, wenn man sich die oberen Deckflächen (15) wegdenkt. Durch die Beschichtung (11) erfolgen nun an den zugänglichen Flächen wieder Bohrungen (12), durch welche Sauerstoff geführt wird, so daß die oktaedrischen Formkörper (10) verbrannt werden und der von ihnen vorher eingenommene Raum ein Hohlraum wird.

Damit nun eine geschlossene Spiegelrückplatte entsteht, werden die verbleibenden Öffnungen (14) (siehe Fig. 4d) nun wieder mit tetraedrischen Formkörpern (entsprechend dem in Fig. 3a dargestellten Formkörper 5) aufgefüllt, eine weitere Beschichtung aufgebracht und durch die zugängliche Oberfläche (15) des tetraedrischen Formkörpers mit Beschichtung eine Bohrung (16) getrieben. Durch diese wird wieder Sauerstoff an den zweiten tetraedrischen Formkörper herangeführt um diesen zu verbrennen, so daß sich ein zweiter tetraedrischer Hohlraum (14) vollständig ausbildet. Die Rückseite sieht nun so aus wie in Fig. 6, hat aber unterschiedliche Wanddicken auf der Rückseite.

Nun kann, falls notwendig durch eine weitere Beschichtung die geschlossene rückseitige Fläche des Spiegelrohlings in ihrer Dicke so dimensioniert werden, daß die Dicke der Spiegelrückplatte mit der die Spiegelvorderplatte (1) übereinstimmt. Man erhält so eine geschlossene Spiegelrückplatte, wenn man von den Bohrungen (16) absieht.

Das Ergebnis ist in Fig. 5 am deutlichsten zu sehen. Der fertige Leichtgewichtsspiegel weist eine Vorder- und Spiegelrückplatte (die Spiegelrückplatte wurde aus darstellungstechnischen Gründen nicht dargestellt und befindet sich auf den Dreiecksflächen 15) auf, zwischen welchen sich ein Stützgitter aus tetraedrischen Hohlkörpern (8, 14) befindet. Dabei ist eine erste Lage der Hohlkörper (8) so angeordnet, daß ihre Basis auf der Rückseite der Spiegelvorderplatte aufliegt und ihre Spitze eine Verbindung mit der Spiegelrückplatte hat. Die zweite Lage der Hohlkörper (14) ist so angeordnet, daß ihre Basis auf der Rückseite der Spiegelrückplatte aufliegt und ihre Spitze eine Verbindung mit der Spie-

gelvorderplatte besitzt. Die Spalten einer Lage von Hohlkörpern (8, 14) ist dabei im Schwerpunkt der Dreiecke zwischen der anderen Lage von Hohlkörpern (14, 8) angeordnet.

Die Spiegelrückplatte weist schachbrettartig unterschiedliche Wanddicken auf, wenn dies nicht bei der Dimensionierung der zweiten tetraedrischen Formkörper berücksichtigt wird. Diese unterschiedliche Wanddicke kann man wie erwähnt beseitigen oder aber zur Befestigung nutzen, weil an den größeren Dicken leichter Elemente zum Tragen des Spiegels angebracht werden können.

Dieses Stützgitter ist ganz anders als aus dem Stand der Technik bekannt. Nach dem Stand der Technik stehen die Stützgitter senkrecht zwischen Vorder- und Rückseite eines Spiegels. Dies führt zu geometrischen Unverträglichkeiten. Außerdem konnte bei Spiegeln, welche bisher im CVD-Verfahren hergestellt wurden, die Spiegelrückseite nicht geschlossen ausgebildet werden und die senkrechte Rippenanordnung führte bei diesen zu ungleichmäßiger Rippendicke des Stützgitters.

Die erfinderische Lösung der Erfindung ist darin zu sehen, daß vierseitige Pyramiden aus gleichseitigen Dreiecken das Problem der ungleichmäßigen Schichtdicke des Stützgitters lösen, wobei diese Pyramiden auf der Rückseite der Spiegelvorderplatte nach Art eines Schachbrettmusters angeordnet sind und sich dabei nur die seitlichen Ecken der Pyramiden berühren. Durch die allseitig schrägen Seiten der Pyramiden erhält man eine sehr viel konstantere Rippendicke, als dies nach dem Stand der Technik bisher möglich war.

Wenn man einen Spiegel mit geschlossener Rückfläche haben möchte, so muß man nur nach dem beschriebenen Verfahren die Herstellung durchführen und man erhält eine Verrippung zwischen der Spiegelvorderplatte und der Spiegelrückplatte, welche aus vierseitigen Pyramiden aus gleichseitigen Dreiecken besteht, die auf jeder der beiden Vorder- und Spiegelrückplatte nach Art eines Schachbrettmusters angeordnet und sich gedreht gegenübergestellt und ineinander verschachtelt sind. Auf diese Weise entstehen durchlaufende Rippen unter einem Winkel von 60° zur Vorder- und Spiegelrückplatte, die untereinander wiederum einen 60° -Winkel bilden. Damit haben also alle Flächen, welche die Spiegelvorderplatte mit der Spiegelrückplatte verbinden, einen Winkel von 60° . Je drei benachbarte Pyramiden bilden eine Sechseckzelle mit ihren Grundflächen. Werden diese Sechseckzellen an der Vorder- und Spiegelrückplatte des Leichtgewichtsspiegels unterschiedlich groß gewählt, so lassen sich Spiegel mit ebener Spiegelrückplatte herstellen, deren verspiegelte Spiegelvorderplatte eine Meniskusform besitzt, wobei dann jedoch die Seiten der Pyramiden unter einem Winkel von 600° zur Spiegelfläche nicht mehr aus dieselben Dreiecken der Grundfläche besitzen. Man kann aber genausogut auch Menisken herstellen, deren Vorderflächen- und Spiegelrückplatte dieselbe Krümmung besitzt. Diese haben dann jedoch nicht mehr überall die gleiche Dicke, weshalb sich die Form der Graphitkörper individuell ändern muß.

Der besondere Vorteil der Verfahren besteht in der Verwendung des CVD-Verfahrens zur Spiegelherstellung, bei welchem, wie im Beispiel erwähnt, der Werkstoff SiC aus der Gasphase abgeschieden wird. Dabei wird im ersten Schritt eine gleichförmig dicke Vorderfläche hergestellt, auf deren Rückseite Pyramiden aus einem später zu entfernden Kern-Werkstoff — im

Beispiel Graphit — in der beschriebenen Weise aufgesetzt werden. Bei der Beschichtung mit SiC von der Rückseite her, können nun viel gleichmäßige Schichtdicken erzielt werden, weil alle Pyramidenflächen unter einem Winkel von 60° zur Beschichtungsrichtung liegen. Nach der Beschichtung lassen sich die Kerne aus den Pyramiden entfernen, indem ihre überzogenen Seitenflächen durchbohrt werden und das ganze Gebilde bei hohen Temperaturen einem Sauerstoffstrom ausgesetzt wird, der das Graphit zu Gasen oxidiert.

Dieses so entstandene pyramidal Verrippungssystem kann schon als fertiges System verwendet werden, wenn jede Pyramide von einem Unterstützungssystem als Unterstützungspunkt verwendet wird.

Aber normalerweise möchte man gerne einen Spiegel mit einer Spiegelrückplatte herstellen. Dazu wird in einem nächsten Schritt jede zweite Position des schachbrettartigen Dreiecksmusters, auf welcher keine Pyramide steht, mit passenden Oktaedern aufgefüllt. Diese Oktaeder bestehen aus zwei mit ihren Grundflächen gegeneinander gestellten Pyramiden, deren Grundflächen Quadrate und deren Seitenflächen gleichseitigen Dreiecke sind.

Diese Oktaeder verdecken alle bisher von der Rückseite der Spiegelvorderplatte sichtbaren Flächen und bilden ihrerseits wieder Flächen, die unter 60° zueinander und zur Spiegelrückseite orientiert sind. Nach der zweiten CVD-Beschichtung werden wiederum die untenen einem Winkel von 60° zur Rückseite der Spiegelvorderplatte liegenden, nun überzogenen Flächen durchbohrt, um ihre Kerne auszugsen.

Die Spiegelrückplatte besitzt nun schachbrettartig angeordnete pyramidenförmige Lücken mit einer spiegelbildlichen Orientierung zu den zuerst erzeugten Pyramiden. Diese Lücken werden wieder mit passenden Pyramiden aufgefüllt, so daß eine ebene Rückseite entsteht. Nach der dritten und letzten CVD-Beschichtung werden diese Kerne durch einen seitlich durch den Spiegel geführten Sauerstoffstrom entfernt. Der entstandene Spiegelkörper hat somit eine gänzlich geschlossene Spiegelrückplatte und eine räumliche Verrippung mit zueinander geöffneten Zellen.

Damit keine unterschiedlichen Wandstärken an der Vorder- und Spiegelrückplatte an den Stellen entstehen, an welchem die schachbrettartigen Bereiche zweimal beschichtet werden, deckt man diese Flächen während ihrer ersten oder zweiten Beschichtung mit Dreieckstafeln ab, deren Grundfläche entsprechende Dreiecken besitzen. Diese Abdeckungen lassen sich dann leicht durch mechanisches Abschleifen und Entfernen und/oder Ausgasen entfernen.

Ein weiterer Vorteil der geschilderten Verfahren besteht in der Möglichkeit, bestimmte Bereiche der Verrippung durch Abdeckung während der CVD-Beschichtung in ihrer Wandstärke zu verringern und insbesondere in der freien Wahl der Rippendicke. Somit kann insbesondere die Rippendicke in der Nähe der Befestigungspunkte größer erzeugt werden als in den Randbereichen, wodurch sich das Spiegelgewicht und die Spannungen im Bereich der Lagerung verringern.

Es können auch andere Stoffkombinationen als Graphit und Siliziumkarbid verwendet werden, wobei man bei der Auswahl darauf achten hat, daß der Stoff der Formkörper nach Herstellung der Beschichtung aus der entstandenen Struktur durch Bohrungen entferbar ist.

Alle Formkörper sind vorteilhafterweise um die Beschichtung kleiner ausgeführt, damit man einfache geschlossene Flächen erhält. Dabei sollte man beachten,

daß die Größe der Formkörper sich vom Spiegelmittelpunkt nach außen leicht verändern kann, wenn man einen gleichartigen Strukturaufbau erhalten will. Andrerseits kann man aber auch durch eine geschickte Auswahl dieser Formänderungen erreichen, daß der Spiegel auf verschiedenen Radien eine unterschiedliche Festigkeit besitzt.

Patentansprüche

1. Leichtgewichtsspiegelrohling mit einem auf der Rückseite (1a) seiner geschlossenen Spiegelvorderplatte (1) fest verbundene Stützgitter, bei welchem sich auf der Vorderseite (1b) der Spiegelvorderplatte (1) bei der späteren Nutzung eine spiegelnde Fläche befindet, dadurch gekennzeichnet, daß dieses Stützgitter aus Tetraedern (8, 14) aufgebaut ist, welche regelmäßig angeordnet sind und sich nur an ihren Ecken berühren, und daß Material der Spiegelvorderplatte mit dem Material der Tetraeder übereinstimmend ist.
2. Leichtgewichtsspiegelrohling nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Tetraeder (8, 14) hohl sind.
3. Leichtgewichtsspiegelrohling nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Spiegelrückplatte vorhanden ist, daß auf dieser Spiegelrückplatte Tetraeder (14) regelmäßig angeordnet sind, daß sich die Tetraeder (14) nur an ihren Ecken berühren, daß die Spiegelvorderplatte-Tetraeder (8) an ihrer Spitze im Schwerpunkt des Dreiecks zwischen den Spiegelrückplatte-Tetraedern (14) mit der Spiegelrückplatte verbunden sind und daß die Spiegelrückplatte-Tetraeder (14) an ihrer Spitze im Schwerpunkt des Dreiecks (9) zwischen den Spiegelvorderplatte-Tetraedern (8) mit der Spiegelvorderplatte (1) verbunden sind.
4. Leichtgewichtsspiegelrohling nach einem der Ansprüche 1—3, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Spiegelvorderplatte (1) durchgehend eine gleichmäßige ist.
5. Leichtgewichtsspiegelrohling nach einem der Ansprüche 1—4, dadurch gekennzeichnet, daß die Rippendicke durchgehend eine gleichmäßige ist.
6. Leichtgewichtsspiegelrohling nach einem der Ansprüche 1—5, dadurch gekennzeichnet, daß der Leichtgewichtsspiegel ein Hauptspiegel für astronomische Zwecke ist.
7. Leichtgewichtsspiegelrohling nach einem der Ansprüche 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß Bohrungen (7) an allen freien Flächen des ersten überzogenen Formkörpers (5) angebracht sind.
8. Leichtgewichtsspiegelrohling nach einem der Ansprüche 1—7, dadurch gekennzeichnet, daß das Material der Spiegelvorderplatte (1) und das Material des Stützgitters (8, 14) aus Siliziumkarbid (SiC) ist.
9. Leichtgewichtsspiegelrohling nach einem der Ansprüche 1—8, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Spiegelvorderplatte (1) und, falls vorhanden, der Spiegelrückplatte zwischen 2 und 10 mm ist.
10. Leichtgewichtsspiegelrohling nach einem der Ansprüche 1—9, dadurch gekennzeichnet, daß die Rippendicke zwischen 0,1 und 2 mm ist.
11. Leichtgewichtsspiegelrohling nach einem der Ansprüche 3—10, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen Vorder- und Spiegelrückplatte

nicht größer als 300 mm ist.

12. Verfahren zur Herstellung eines Leichtgewichtsspiegelrohlings mit einem auf der Rückseite (1a) seiner geschlossenen Spiegelvorderplatte (1) fest verbundene Stützgitter, bei welchem sich auf der Vorderseite (1b) der Spiegelvorderplatte (1) bei der späteren Nutzung eine spiegelnde Fläche befindet, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegelvorderplatte (1) aus einem ersten Material besteht, daß zumindest ein Teil der Spiegelvorderplatte (1) auf eine Formunterlagenkörper (2) aufgebracht bzw. aufgelegt wird, daß auf dieser Spiegelvorderplatte (1) erste Formkörper (5) aus einem zweiten Material aufgelegt werden, daß diese ersten Formkörper (5) und der freie Teil (9) der Rückseite (1a) der Spiegelvorderplatte (1) mit einem dritten Material überzogen werden, welches eine feste Verbindung mit dem Material der Spiegelvorderplatte (1) eingehet, wodurch auf der Rückseite (1a) der Spiegelvorderplatte (1) ein Stützgitter aufgebaut wird, daß durch das Material der Beschichtung (6) mindestens eine Bohrung (12) erfolgt und daß durch diese Bohrung (12) das zweite Material des ersten Formkörpers (5) entfernt wird, so daß Tetraeder-Hohlkörper (8) entstehen.
13. Verfahren zur Herstellung eines Leichtgewichtsspiegelrohlings nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Material des ersten Formkörpers (8) einen niedrigeren Schmelzpunkt besitzt wie das erste Material der Spiegelvorderplatte (1) und das dritte Material der Beschichtung (6).
14. Verfahren zur Herstellung eines Leichtgewichtsspiegelrohlings nach einem der Ansprüche 12—13, dadurch gekennzeichnet, daß als Formkörper (5) Tetraeder Verwendung finden.
15. Verfahren zur Herstellung eines Leichtgewichtsspiegelrohlings nach einem der Ansprüche 12—14, dadurch gekennzeichnet, daß die Bohrungen (7) an allen freien Flächen des ersten überzogenen Formkörpers (5) angebracht werden.
16. Verfahren zur Herstellung eines Leichtgewichtsspiegelrohlings nach einem der Ansprüche 12—15, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Material der Spiegelvorderplatte (1) mit dem dritten Material der Beschichtung (6) übereinstimmt.
17. Verfahren zur Herstellung eines Leichtgewichtsspiegelrohlings nach einem der Ansprüche 12—16, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Material des ersten Formkörpers (5) aus Graphit besteht.
18. Verfahren zur Herstellung eines Leichtgewichtsspiegelrohlings nach einem der Ansprüche 12—17, dadurch gekennzeichnet, daß die Flächen (4a), auf welchen der erste Formkörper (5) auf der Spiegelvorderplatte (1) aufliegt, zumindest um die Dicke der späteren Beschichtung erhöht gestaltet werden.
19. Verfahren zur Herstellung eines Leichtgewichtsspiegelrohlings nach einem der Ansprüche 12—18, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegelvorderplatte (1) auf den Formunterlagenkörper (2) abgeschieden wird.
20. Verfahren zur Herstellung eines Leichtgewichtsspiegelrohlings nach einem der Ansprüche 12—19, dadurch gekennzeichnet, der Formunterlagenkörper (2) aus Graphit besteht.
21. Verfahren zur Herstellung eines Leichtge-

wichtsspiegelrohlings nach einem der Ansprüche 12—20, dadurch gekennzeichnet, daß ein erster Teil der Spiegelvorderplatte (1) auf die Formunterlagenkörper (2) mit einer vorherbestimmten Teildicke abgeschieden wird, daß auf diesen Teil der Spiegelvorderplatte (1) Formplatten (3) aufgelegt werden, welche in der Form und der Anordnung den Aussparungen zwischen den ersten Formkörpern (5) entsprechen und welche in der Höhe zumindest der Dicke der späteren Beschichtung (6) entsprechen, daß dann der Rest der Spiegelvorderplatte (1) zumindest bis zu seiner vorbestimmten Höhe abgeschieden wird, daß das zuviel abgeschiedene erste Material der Spiegelvorderplatte (1) und die Formplatten (3) entfernt wird und daß daraufhin die ersten Formkörper (5) aus dem zweiten Material aufgelegt werden.

22. Verfahren zur Herstellung eines Leichtgewichtsspiegelrohlings nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß diese Entfernung durch Herausnehmen nach einem Schleifverfahren erfolgt.

23. Verfahren zur Herstellung eines Leichtgewichtsspiegelrohlings nach einem der Ansprüche 12—22, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Aushöhlen der ersten Tetraeder-Formkörper (5) auf der Rückseite der Spiegelvorderplatte (1) zwischen die überzogenen Tetraeder-Hohlkörper (8) zweite Formkörper (10) aus Oktaedern eingesetzt werden, daß dann eine weitere Beschichtung (11) aus dem dritten Material der ersten Beschichtung (6) aufgebracht wird, daß das Beschichtungsmaterial durchbohrt wird und daß das vierte Material der zweiten Formkörper (10) aus diesen entfernt wird, so daß Oktaeder-Hohlkörper entstehen.

24. Verfahren zur Herstellung eines Leichtgewichtsspiegelrohlings nach einem der Ansprüche 12—23, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Material mit dem vierten Material übereinstimmt.

25. Verfahren zur Herstellung eines Leichtgewichtsspiegelrohlings nach einem der Ansprüche 23—24, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlräume (14) zwischen den zweiten Oktaeder-Hohlkörpern durch dritte Formkörper (13) aus Tetraedern aufgefüllt werden, daß nach einer weiteren Beschichtung, welcher gleichzeitig eine Spiegelrückplatte ausbildet, das Beschichtungsmaterial diese dritten Tetraeder-Formkörper durchbohrt wird und daß das fünfte Material der dritten Formkörper (13) aus diesen entfernt wird.

26. Verfahren zur Herstellung eines Leichtgewichtsspiegelrohlings nach einem der Ansprüche 23—25, dadurch gekennzeichnet, daß das fünfte Material des dritten Formkörpers (13) mit dem zweiten Material des ersten Formkörpers (5) übereinstimmt.

27. Verfahren zur Herstellung eines Leichtgewichtsspiegelrohlings nach einem der Ansprüche 25—26, dadurch gekennzeichnet, daß die dritten Tetraeder-Formkörper (13) eine um die Dicke der Beschichtung geringere Höhe aufweisen, so daß die Dicke der Vorder- und Spiegelrückplatte gleich groß ist.

FIG. 5

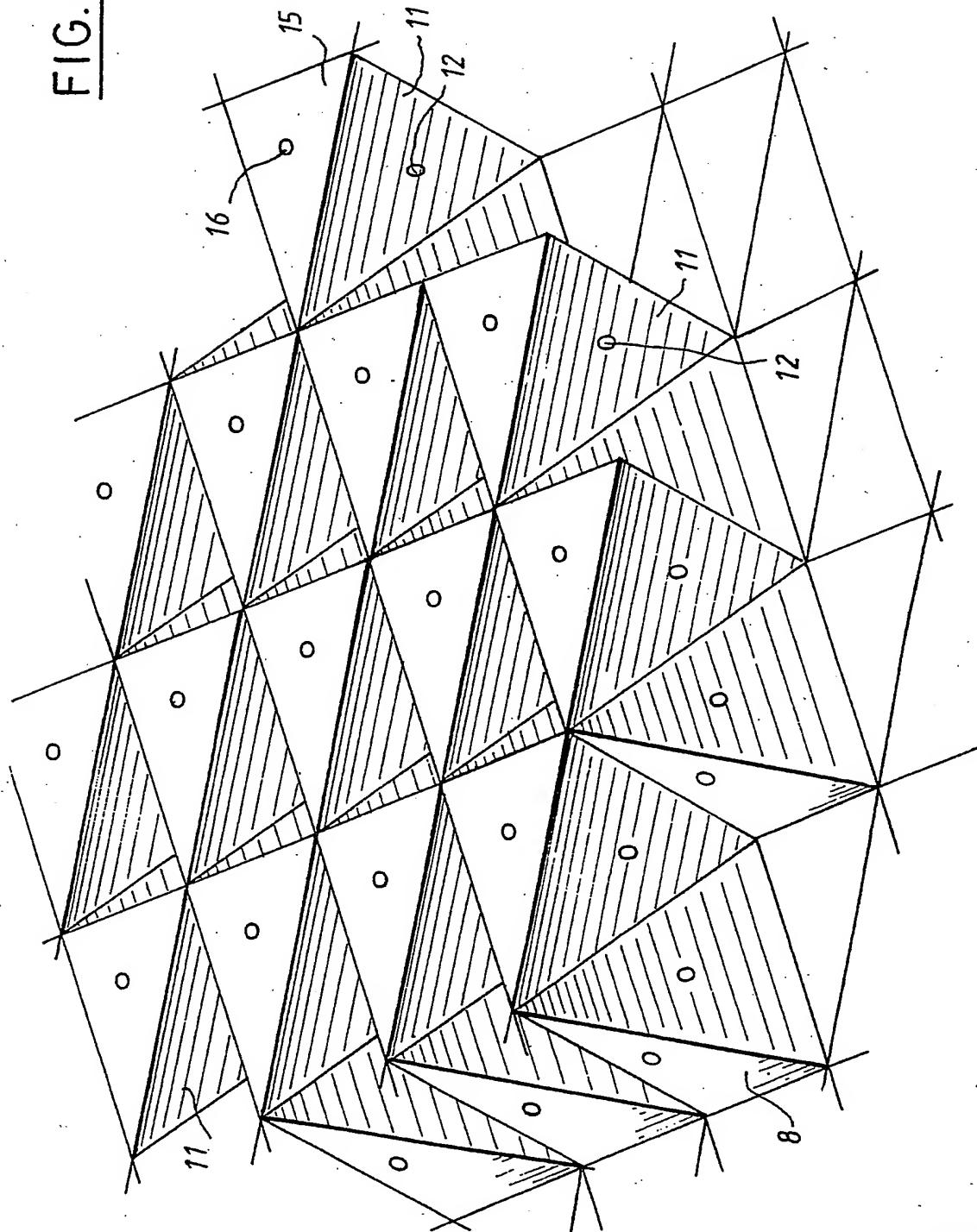


FIG. 1

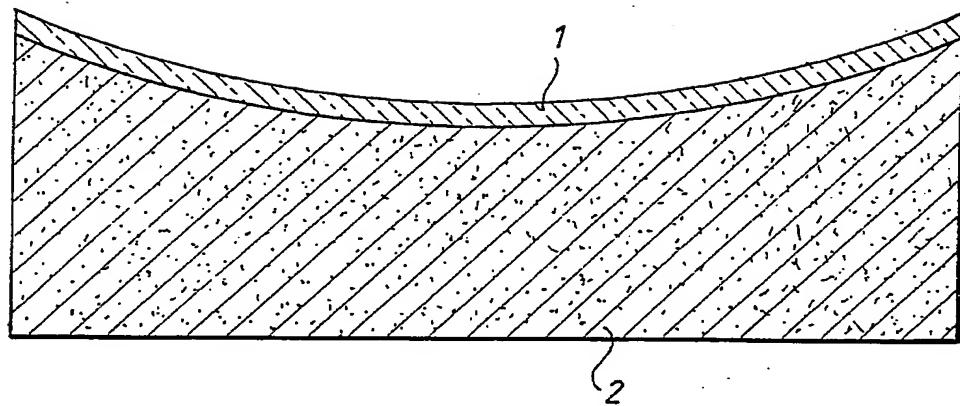


FIG. 3a

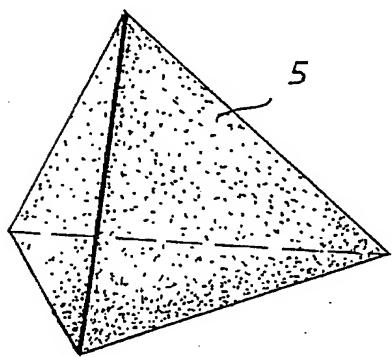


FIG. 3b

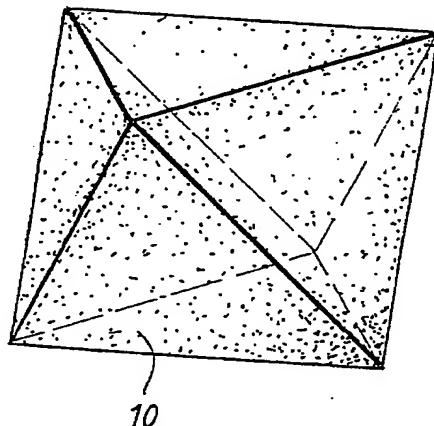
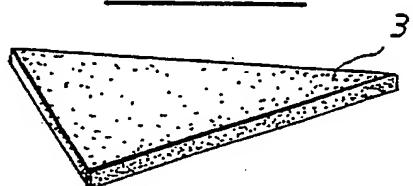


FIG. 3c



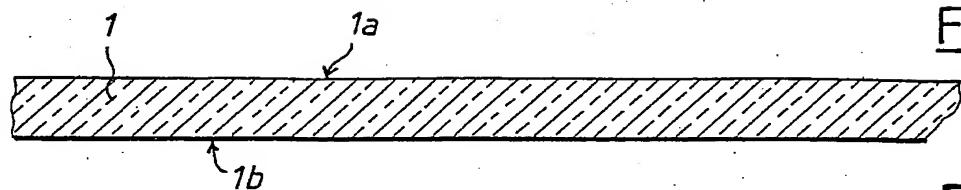


FIG. 2a

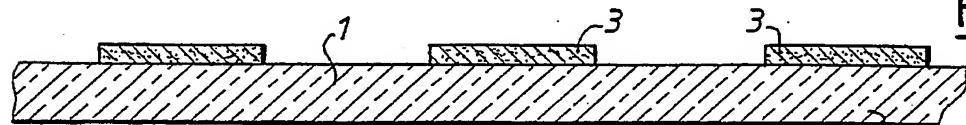


FIG. 2b

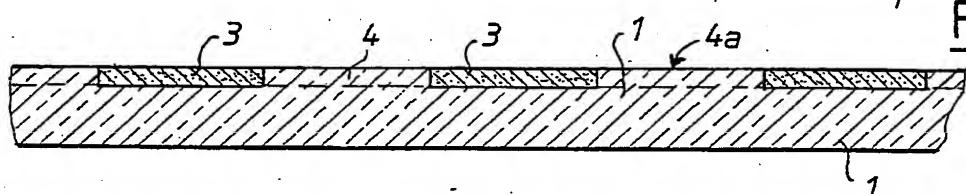


FIG. 2c

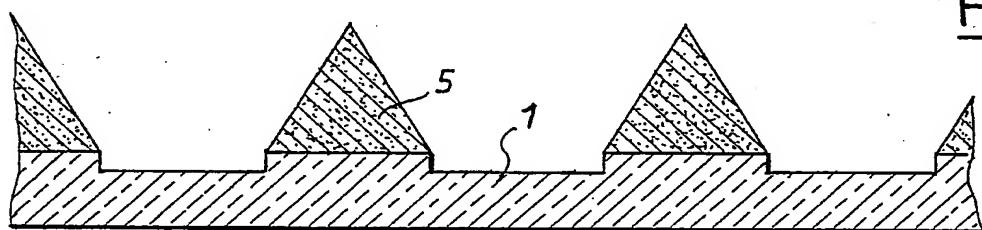


FIG. 2d

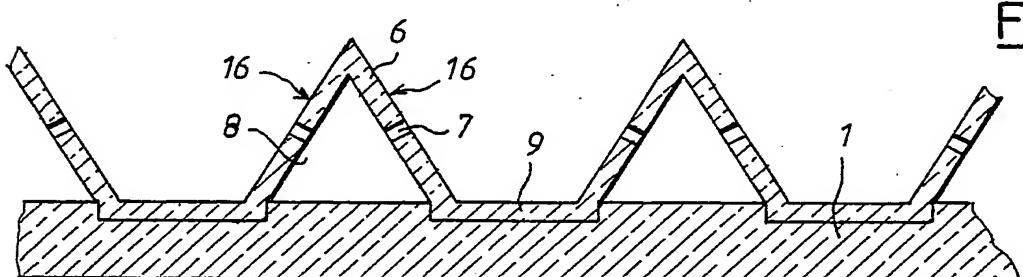


FIG. 2e

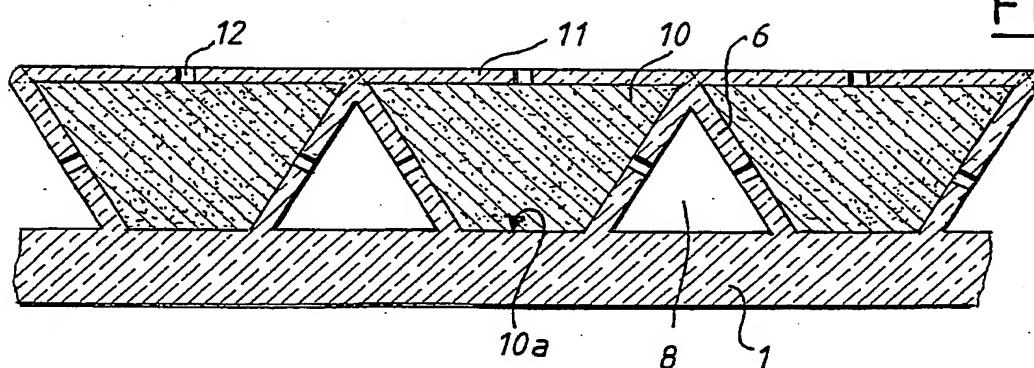


FIG. 2f

FIG. 4a

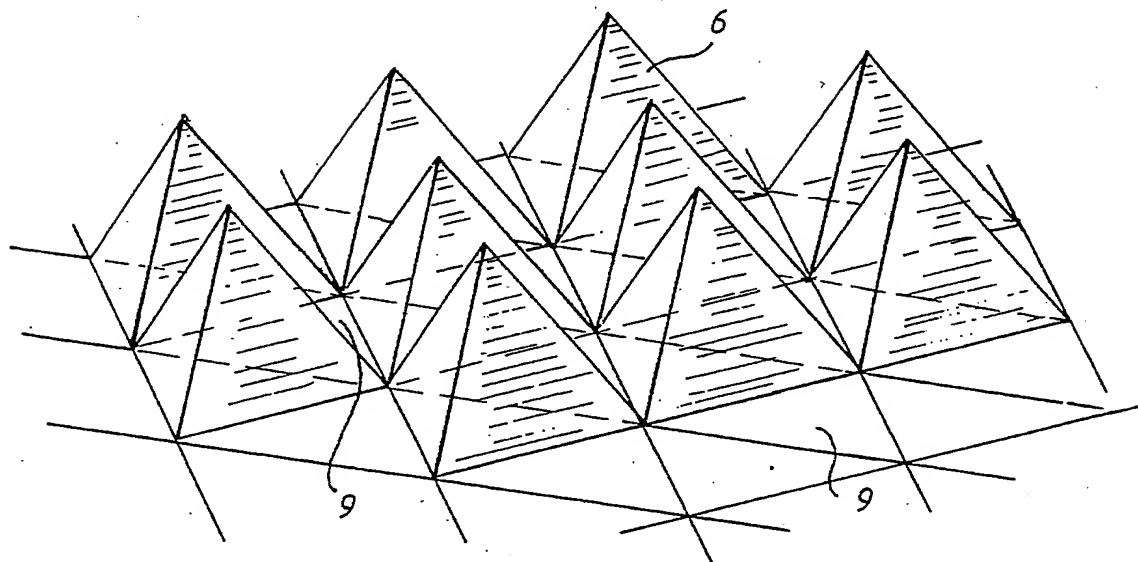


FIG. 4b

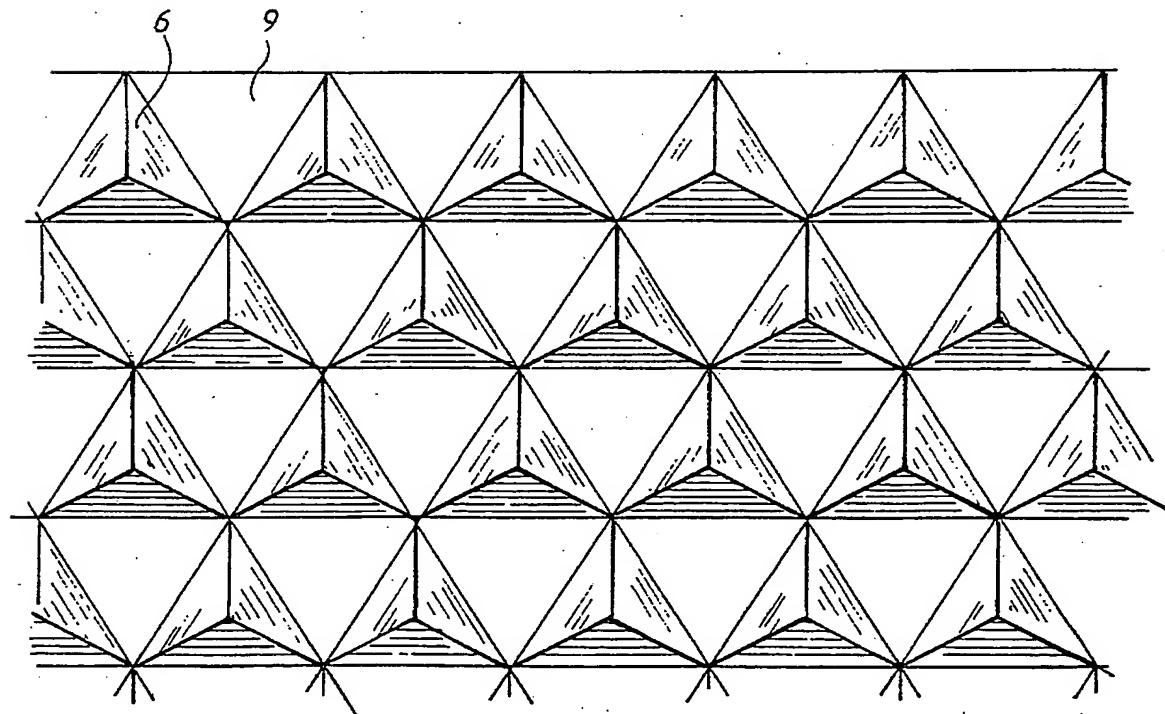


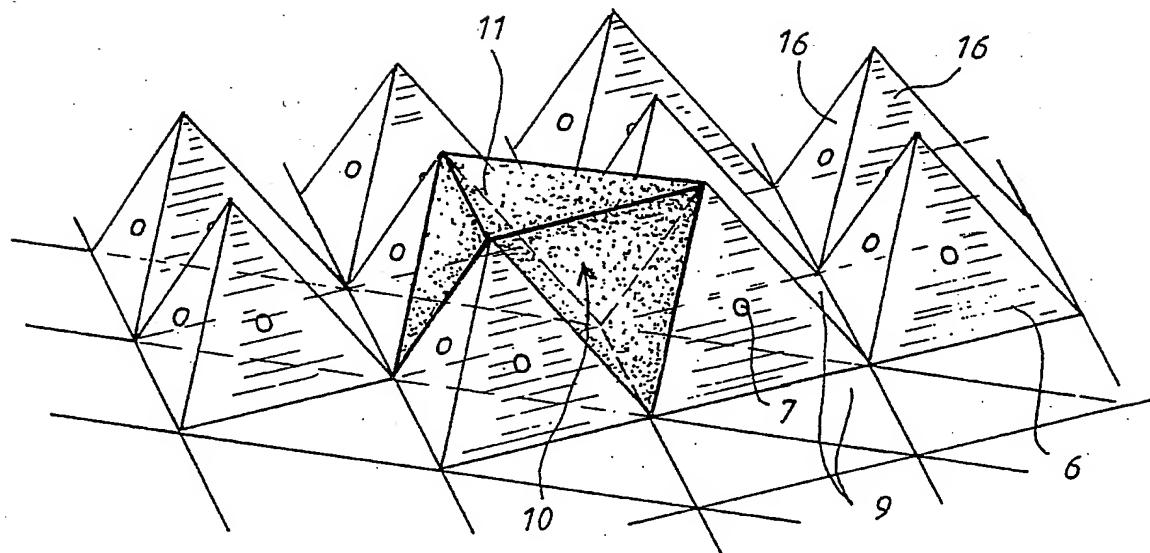
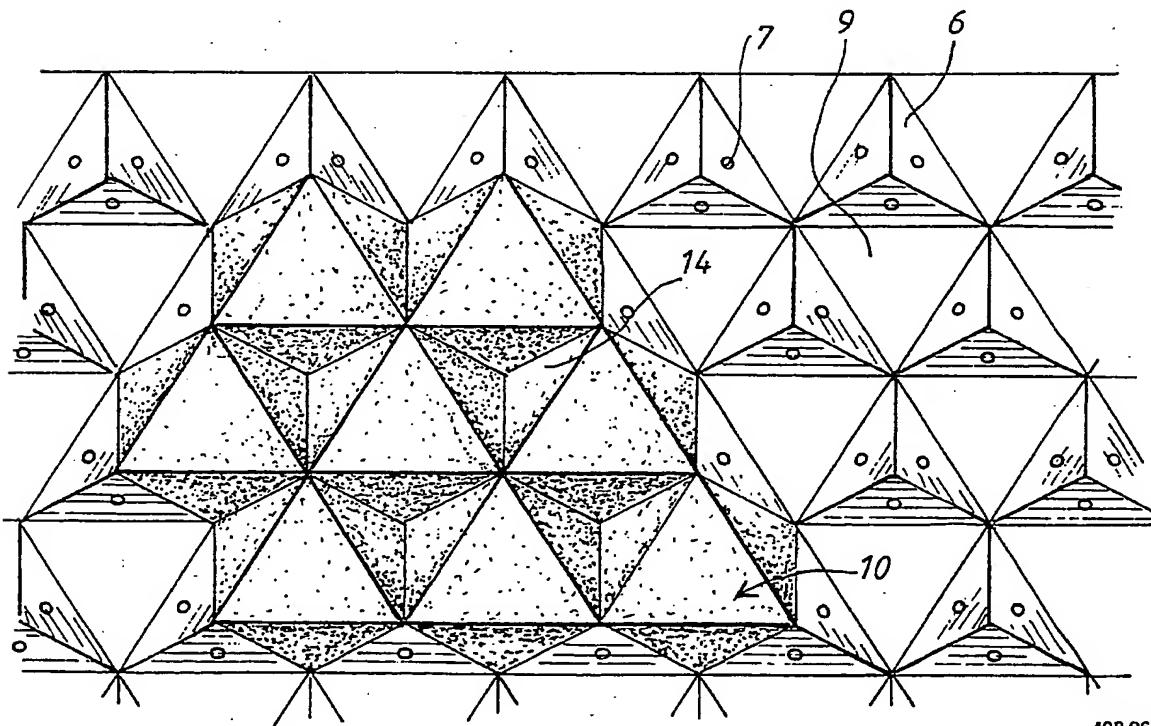
FIG. 4cFIG. 4d

FIG. 6

